

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公報番号

特開平11-259434

(43)公開日 平成11年(1999)9月24日

(51)Int.Cl.*

G 06 F 15/16

識別記号

380

F I

G 06 F 15/16

380Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-63273

(22)出願日 平成10年(1998)3月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中垣 庄

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 土井 秀明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 川口 広志

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 武 順次郎

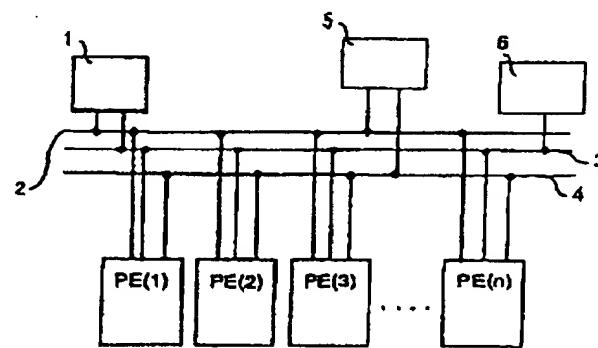
(54)【発明の名称】並列データ処理装置とそれを用いた外観検査装置

(57)【要約】

【課題】構成する複数のプロセッサエレメントの稼働率を高めることにより、特に、画像データなどの大量に連続入力されるデータの高速処理を可能にする。

【解決手段】データ入力部1は駆動信号バス2からの同期パルスによって駆動され、画像データを入力してデータバス3を介して転送する。処理分配部5とプロセッサエレメントPE(1)～(n)は駆動信号バス2の状態を監視し、同期パルスのパルス期間、これらの間で通信バス4を介し通信を行なう。処理分配部5はPE(1)～(n)の状態を監視しており、同期パルスのパルス期間、その次にデータ入力部1から転送される単位画像データを処理するPEを決定する。この決定を受けたPEはデータバス3から単位画像データを取り込んで処理し、また、このパルス期間、処理分配部5に処理中であることを通知する。処理が終わると、次の同期パルス期間に、待機中であることを処理分配部5に通知する。

【図1】



(2)

特開平11-259434

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動信号バスを介して伝送されてくる駆動信号によって駆動され、該駆動信号の予め決められた第1の状態でデジタル信号を入力するデータ入力部と、データバスを介して該データ入力部で入力されたデジタル信号がデータバスを介して供給される複数のプロセッサエレメントと、

該データ入力部がデジタル信号を入力しない該駆動信号の第2の状態で、通信バスを介して複数の該プロセッサエレメントと通信する処理分配部とからなり、該処理分配部は、該駆動信号が第2の状態にあるとき、複数の該プロセッサエレメントの状態を監視し、その監視結果に応じて、該データ入力部からのデジタル信号を分配して処理させる該プロセッサエレメントを決定する手段を有することを特徴とする並列データ処理装置。

【請求項2】 請求項1において、

前記プロセッサエレメントは夫々、

前記データ入力部からのデジタル信号を処理するマイクロプロセッサと、

前記駆動信号の状態を常時監視する第1の監視部と、該マイクロプロセッサが処理中であるか、待機中であるかを示す状態データを記憶し、該第1の監視部の監視結果に応じて、前記駆動信号が前記第2の状態にあるとき、該状態データを前記通信バスを介して前記処理分配部に送信する処理状態記憶部と、

該第1の監視部の監視結果に応じて、前記通信バスを介して、前記処理分配部から決定指令信号を受信し、該決定指令信号に応じて、前記データバスを介して前記データ入力部から伝送されてくる前記デジタル信号を取り込み、

該マイクロプロセッサに処理させる分配内容記憶部とを備え、前記処理分配部は、

前記駆動信号の状態を常時監視する第2の監視部と、該第2の監視部の監視結果から前記駆動信号が前記第2の状態にあるとき、

前記通信バスを介して前記プロセッサエレメント夫々の該処理状態記憶部から送られてくる該状態データを取り込んで保持する状態管理部と、

該第2の監視部の監視結果から前記駆動信号が前記第2の状態であるとき、

該状態管理部に保持されている該状態データにより、前記駆動信号の次の第1の状態で前記データ入力部で入力されるデジタル信号を分配すべき前記プロセッサエレメントを決定し、その決定結果を該決定指令信号として、前記通信バスを介し、デジタル信号の分配を決定した当該プロセッサエレメントに送信する分配決定部とを備えたことを特徴とする並列データ処理装置。

【請求項3】 請求項1または2において、

前記データ入力部は、画像検出手段であり、

前記駆動信号は、同期信号であって、該同期信号の信号

期間を前記駆動信号の第2の状態の期間とし、該同期信号の信号期間以外の期間を前記駆動信号の第1の状態の期間とすることを特徴とする並列データ処理装置。

【請求項4】 請求項1、2または3において、複数の前記プロセッサエレメントを複数のグループに分割して、該グループ毎に前記処理分配部を設け、該各グループ内で、前記データ入力部からのデジタル信号をプロセッサエレメントに分配して処理することを特徴とする並列データ処理装置。

10 【請求項5】 請求項1、2、3または4記載の並列データ処理装置を用いて半導体ウェハやプリント基板などの外観を検査する装置であって、検査結果や検査条件を元に、前記夫々のプロセッサエレメントに処理する内容を変更することを特徴とする外観検査装置。

【請求項6】 請求項4記載の並列データ処理装置を用いて半導体ウェハやプリント基板などの外観を検査する装置であって、

20 検査結果や検査条件を元に、前記夫々のプロセッサエレメントに処理する内容を変更し、また、検査結果や検査条件を元に、前記グループの個数や前記グループを形成する前記プロセッサエレメントの個数を可変とすることを特徴とする外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のプロセッサエレメントを用いて入力デジタル信号を並列処理するシステムとそれを用いた被検査物の外観検査装置に係り、特に、画像データなどのように、高速かつ大量の処理を

30 必要とするデジタル信号の処理に好適な並列データ処理装置とそれを用いた外観検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 複数のプロセッサエレメント(PE)を備えた従来の並列データ処理装置では、これら全てのプロセッサエレメントがデータ入力部と共に通信バスを介して接続され、このデータ入力部からデジタルデータが転送されると、これらプロセッサエレメントのいずれかにこのデジタルデータが分配されて処理されるものである。この場合、データ入力部からのデジタルデータを分配するプロセッサエレメントを決定するために、各プロセッサエレメントの状態(データ処理中、待機中、あるいは故障中といった状態)を管理する状態管理部と、この状態管理部でのかかるプロセッサエレメントの状態を示す管理情報に基づいてデータを転送するプロセッサエレメントを決定する処理分配部とが設けられており、この処理分配部によって決定されたプロセッサエレメントのみが通信バスを介してデータを取り込み、これを処理するようにしており、かかる従来技術の一例が特開平5-173990号公報に開示されている。

40 【0003】 図10はかかる従来の並列データ処理装置

50 【0003】 図10はかかる従来の並列データ処理装置

(3)

特開平11-259434

3

を示すブロック図であって、1はデータ入力部、6はデータ出力部、21は状態管理部、22は管理情報、23は処理分配部、24は通信バス、PE(1)～(n)はプロセッサエレメントである。

【0004】同図において、共通の通信バス24にデータ入力部1やデータ出力部6、n個(但し、nは2以上の整数)のプロセッサエレメントPE(1)～(n)、状態管理部21、処理分配部23が接続されている。データ入力部1から入力されたデジタルのデータは通信バス24を通じてプロセッサエレメントPE(1)～(n)に分配されて並列処理され、これによって処理されたデータは通信バス24を通じてデータ出力部6から出力される。

【0005】また、状態管理部21と処理分配部23とは通信バス24を介してプロセッサエレメントPE(1)～(n)と通信可能であって、状態管理部21では、各プロセッサエレメントPE(1)～(n)からその現在の上記のような状態を示す情報が送られてきて、これを管理情報22として保持し、夫々のプロセッサエレメントPE(1)～(n)の状態を管理している。また、処理分配部23は、状態管理部21での管理情報22をもとに夫々のプロセッサエレメントPE(1)～(n)の状態を把握し、データ入力部1で次に入力されるデータを分配して処理させるプロセッサエレメントPEを決定する。

【0006】ここで、プロセッサエレメントPE(1)～(n)は、その状態が変化したとき、その新たな状態を示す情報(以下、状態情報という)を通信バス24でデータが転送されない期間(非転送期間)に状態管理部21に伝送して自己の状態を知らせ、また、その非転送期間内に処理分配部23がデータ入力部1から次に転送されるデータの分配先を決定する。

【0007】そこで、プロセッサエレメントPE(1)～(n)は、例えば、処理状態からその処理が終わって待機状態となるようにその状態が変化したとき、通信バス24の状態を認識し、現在データの転送が行なわれているときには、その転送が終わるのを待って、また、データの転送が行なわれていないときには、直ちに状態情報を状態管理部21に送る。処理分配部23は、状態管理部21の管理情報22をもとに次にデータ処理を行なうべきプロセッサエレメントPEを決定し、かかる後、データ入力部1からデータが入力されて決定されたプロセッサエレメントPEに転送される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように、処理分配部23で次のデータを処理すべきプロセッサエレメントPEを決定してからデータ入力部1が次のデータを入力するものであるから、プロセッサエレメントPEから状態管理部21への状態情報の伝送と処理分配部23による次のデータ処理すべきプロセッサエレメントPEの決定とを余裕をもって行なうことができ、また、入力データを取こぼすようなことはない。

4

【0009】しかしながら、データ入力部1をイメージセンサやビデオカムベラなどの画像出力部とし、処理するデータを2次元データである画像データとすると、かかる画像データはプロセッサエレメントPEの状態や処理分配部23の動作にかかわりなく順次データ入力部1から入力されることになり、また、情報量が大きく、取こぼしが許されない場合が多い。このため、上記従来技術のように、プロセッサエレメントPEから状態管理部21への状態情報の伝送や処理分配部23による次のデータ処理すべきプロセッサエレメントPEの決定のための期間を余裕をもって設定する、というようなことはできず、このような余裕のある期間を設けるためには、入力データを一時的に蓄えるための大容量のバッファメモリが必要になる。

【0010】そこで、画像データの並列処理について、複数のプロセッサエレメントPEに入力データを分配する順序を設定するようにした方法が知られている。これは、いま、4個のプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、(4)が使用されるものとして、図11に示すように、画像データDが順次入力されるものとし、この画像データDを単位画像データ(1水平走査期間またはフィールド期間の画像データ)毎に夫々のプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、(4)に順番に分配処理させるようとするものである。従って、プロセッサエレメントPE(1)は3個おきの単位データD1、D5、D9、D13、……が分配されて処理し(なお、図11の斜めハッキング部分が単位画像データの処理期間を表わし、この処理期間には、処理した単位データの出力処理も含まれる)、プロセッサエレメントPE(2)は他の3個おきの単位データD2、D6、D10、……が分配されて処理し、プロセッサエレメントPE(3)はさらに他の3個おきの単位データD3、D7、D11、……が分配されて処理し、プロセッサエレメントPE(4)は残りの3個おきの単位データD4、D8、D12、……が分配されて処理する。この場合、各プロセッサエレメントPEが単位画像データを何個おきに処理するかは単位画像データの処理に要する最大時間で決まり、単位画像データの情報量に応じてこの処理時間はまちまちであって、最大処理時間が長いほど単位データの取り込む間隔が長くなり、この分使用するプロセッサエレメントPEの個数も多くなって並列データ処理装置が大型化、高価格化する。

【0011】また、かかる画像データの並列処理方法によると、例えば、図11でのプロセッサエレメントPE(1)の単位画像データ5の処理のように、取り込んだ単位画像データを短時間で処理してしまうような場合でも、このプロセッサエレメントPE(1)は次の単位画像データD9が転送されてくるまで待機していなければならない。このため、並列データ処理装置全体としてのプロセッサエレメントPEの稼働率が低下する。

(4)

特開平11-259434

5

【0012】本発明の目的は、かかる問題を解消し、画像データなどの大量の情報を有しあつ高速に入力されるデータを取りこぼすことなく、かつ効率良く処理することができ、プロセッサエレメントの稼働率を向上させることができるようにした小型、低価格の並列データ処理装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、駆動信号バスを介して伝送されてくる駆動信号によって駆動され、該駆動信号の予め決められた第1の状態でデジタル信号を入力するデータ入力部と、データバスを介して該データ入力部で入力されたデジタル信号がデータバスを介して供給される複数のプロセッサエレメントと、該データ入力部がデジタル信号を入力しない該駆動信号の第2の状態で、通信バスを介して複数の該プロセッサエレメントと通信する処理分配部とかなり、該処理分配部は、該駆動信号が第2の状態にあるとき、複数の該プロセッサエレメントの状態を監視し、その監視結果に応じて、該データ入力部からのデジタル信号を分配して処理させる該プロセッサエレメントを決定する手段を有するものである。

【0014】かかる構成により、デジタル信号が入力されない期間に各プロセッサエレメントの状態を把握して、次に入力されるデジタル信号を待機状態にある任意のプロセッサエレメント分配して処理させることを決定することができて、プロセッサエレメントの個数を多くしないで、入力されるデジタル信号を、取りこぼしなく、処理することができるし、また、夫々のプロセッサエレメントに一様に分配することが可能となって、全体のプロセッサエレメントの稼働率が向上する。

【0015】また、本発明は、複数の前記プロセッサエレメントを複数のグループに分割して、該グループ毎に前記処理分配部を設け、該各グループ内で、データ入力部からのデジタル信号をプロセッサエレメントに分配して処理する要にする。

【0016】かかる構成によると、各プロセッサエレメントPEと処理分配部との間の通信量が多くても、かかる通信を夫々のグループが分担することになるから、個々のグループでの通信量が低減し、入力デジタル信号の夫々のプロセッサエレメントへの分担が確実に行なわれるようになる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

【0018】図1は本発明による並列データ処理装置の一実施形態を示すブロック図であって、1はデータ入力部、2は駆動信号バス、3はデータバス、4は通信バス、5は処理分配部、6はデータ出力部、PE(1)、(2)、(3)、……、(n)はプロセッサエレメントである。

6

【0019】同図において、データ入力部1は、例えば、イメージセンサやビデオカメラなどの2次元の画像データを入力する画像検出器であって、駆動信号バス2を介して供給される駆動信号によって駆動される。ここでは、データ入力部1をビデオカメラとし、従って、この駆動信号は水平または垂直同期パルス(以下、これらを総称して同期パルスという)である。

【0020】データ入力部1から入力された画像データは、データバス3を介してn個(但し、nは2以上の整数)のプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)に転送される。これらプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)と処理分配部5とは通信バス4を介して相互に通信可能となっている。また、これらプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)と処理分配部5とは駆動信号バス2に接続されており、この駆動信号バス2の状態を常時監視している。いま、駆動信号バス2を伝送される同期パルスのパルス期間で駆動信号バス2の状態を“H”とし、それ以外の期間の状態を“L”とすると、駆動信号バス2の状態が“L”になる毎に、データ入力部1からデータバス3を介して画像データが転送され、駆動信号バス2の状態が“H”的とき(即ち、同期パルスのパルス期間)では、データバス3で画像データは転送されない。

【0021】なお、以下では、同期パルスの間の期間(駆動信号バス2の状態が“L”である期間)でのデータ入力部1から転送される画像データが単位画像データであり、この単位画像データは、同期パルスが水平同期パルスであるとき、1水平走査期間での画像データ、また、同期パルスが垂直同期パルスあるいはフレームパルスであるとき、1フィールドあるいは1フレームの画像データである。

【0022】プロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)と処理分配部5とは、上記のように、駆動信号バス2の状態を常時監視しており、この状態が“H”(即ち、同期パルスのパルス期間内)であるとき、通信バス4を介して相互に通信可能とする。プロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)からは、その状態(処理中や待機中、故障中など)に変更があったとき、新たな状態を表わす情報(以下、状態情報という)を通信バス4を介して処理分配部5に送信し、処理分配部5は、かかる状態情報を受信して管理情報として保持し、これによってこれらプロセッサエレメントPE(1)、(2)、(3)、……、(n)の状態を管理するとともに、この管理情報に基づいてデータ入力部1からの画像データを、単位画像データ毎に、分配するプロセッサエレメントPEを決定し、その決定を表わす情報(以下、分配決定情報という)を該当するプロセッサエレメントPEに送信する。これにより、分配決定されたプロセッサエレメントPEはデータ入力部1からデ

(5)

特開平11-259434

8

7

データバス3を介して次に転送される単位画像データを取り込む。この取り込みが終了すると、駆動信号バス2の状態が“H”(即ち、同期パルスのパレス期間)となるので、このプロセッサエレメントPEは「処理中」の状態情報を通信バス4を介して処理分配部5に送信し、かかる後、この取り込んだ単位画像データの処理を開始する。この処理された単位画像データはデータバス3を転送され、データ出力部6から出力される。この処理した単位画像データの出力処理が終了すると、次に駆動信号バス2が“H”的状態になったとき、当該プロセッサエレメントPEは「待機中」の状態情報を処理分配部5に送信する。

【0023】なお、プロセッサエレメントPEで処理された単位画像データは、同じデータバス3、もしくは別に設けられた処理結果転送用のバスを介してデータ出力部6から出力されるが、同じデータバス3を介して転送される場合には、データ出力部6がデータ入力部1からの入力画像データと区別できるように、例えば、変調などの処理がなされており、データ出力部6はこれを取り込んで復調などの処理を行なう。

【0024】このようにして、この実施形態は、画像データに必然的に付加される同期パルス期間を検出し、その期間にプロセッサエレメントPEと処理分配部5との通信を行なうようにするものであるから、画像データが順次統けてデータ入力部1から入力されても、各プロセッサエレメントPEから処理分配部5に夫々の状態情報を送ることができ、処理分配部5も全てのプロセッサエレメントPEの状態を監視することができて、単位画像データ毎のプロセッサエレメントPEへの分配を、取りこぼすことなく、確実に行なうことができる。

【0025】図2は図1におけるプロセッサエレメントPEの一具体例を示すブロック図であって、7はマイクロプロセッサ(以下、マイコンという)、8はローカルメモリ、9はスイッチ部、10は駆動信号監視部、11は処理状態記憶部、12は分配内容記憶部である。

【0026】同図において、駆動信号監視部10は駆動信号バス2の状態を常時監視している。処理状態記憶部11はマイコン7の状態(処理中や待機中、故障中などの状態)を表わす状態情報を記憶するものであって、ローカルメモリ8の一部であってもよい。マイコン7はデータバス3からスイッチ部9を介してローカルメモリ8に取り込んだ単位画像データを処理するものであって、待機中から処理中へ、処理中から待機中へなど状態を変更すると、この変更後の新たな状態を表わす状態情報を処理状態記憶部11に記憶させる。

【0027】また、分配内容記憶部12には、処理分配部5(図1)から通信バス4を介して送られてきた分配決定情報の内容(分配内容)が記憶され、これに応じてスイッチ部9がオン、オフ制御される。この分配内容がこのプロセッサエレメントPEに単位画像データを分配する

ことを決定したことを表わす場合には、分配内容記憶部12がスイッチ部9をオンし、単位画像データがデータバス3からスイッチ部9を介してローカルメモリ8に取り込まれる。

【0028】次に、この具体例の動作を説明する。

【0029】いま、マイコン7が待機状態にあるものとすると、分配内容記憶部12に記憶されている分配内容は「分配せず」であり、これにより、スイッチ部9はオフ状態にある。また、処理状態記憶部11での状態情報も「待機中」を示している。

【0030】いま、駆動信号バス2を介してデータ入力部1(図1)に同期パルスが供給され、これにより、駆動信号バス2の状態が“H”になったことを駆動信号監視部10が検知すると、この駆動信号監視部10の制御により、処理状態記憶部11がそこに記憶されている状態情報を通信バス4を介して処理分配部5(図1)に送信可能となり(この場合、勿論この状態情報を送信するようにもよいが、状態情報の内容が変更していないため、送信しないようにしてもよい。ここでは、内容の変更がない限り、状態情報の送信は行なわれないものとする)、また、分配内容記憶部12は通信バス4を介して処理分配部5から分配決定情報を受信可能な状態となる。

【0031】そこで、いま、この処理分配部5からこのプロセッサエレメントPEに分配決定した内容の分配決定情報が通信バス4を介して送られてくると、分配内容記憶部12はこれを記憶してその内容を判断し、スイッチ部9をオン状態にする。かかる後、駆動信号バス2の状態が“L”となり、データ入力部1(図1)がデータバス3から単位画像データの転送を開始すると、この単位画像データはスイッチ部9を介して、マイコン7の制御のもとに、ローカルメモリ8に取り込まれる。この取り込みが終了すると、スイッチ部9をオフ状態にし、マイコン7は処理状態記憶部11の状態情報の内容を「待機中」から「処理中」に変更する。そして、駆動信号バス2の状態が次の同期パルスによって“H”に変わると、駆動信号監視部10は処理状態記憶部11の「処理中」という状態情報を通信バス4を介して処理分配部5に送信させる。以上の動作とともに、マイコン7はローカルメモリ8に取り込まれた単位画像データの処理動作を開始する。

【0032】処理動作が終了すると、マイコン7は処理状態記憶部11の状態情報を内容を「処理中」から「待機中」に変更する。そして、駆動信号バス2の状態が次の同期パルスによって“H”に変わると、駆動信号監視部10は処理状態記憶部11の「待機中」という状態情報を通信バス4を介して処理分配部5に送信させる。

【0033】このようにして、画像データが転送されない駆動信号バス2の“H”状態の期間に、各プロセッサエレメントPEはその状態情報を処理分配部5(図1)に

(6)

特開平11-259434

通信することができ、また、この処理分配部5からの分配決定情報を受信することができる。

【0034】なお、この具体例では、画像データのうちの特定のデータ(例えば、画面上の左上隅などの特定部分での画像データ)のみを処理するようになることができる。この場合には、画像データの単位画像データの構成データ(例えば、画素データ)毎に、例えば、そのヘッダ部にデータの種類を識別するための情報(識別情報)が付加されており、また、図2において、分配内容記憶部12にこの特定のデータを指定する情報(指定情報)も格納されており、通信バス2を介して供給される分配決定情報がそのプロセッサエレメントPEに単位画像データを分配することを表わしたものであっても、データバス3を介して送られてくる単位画像データのうちのこの指定情報で指定される種類情報をもつ構成データであるときのみ、分配内容記憶部12がスイッチ部9をオン状態にする。

【0035】図3は図1における処理分配部5の一具体例を示すブロック図であって、13は状態管理部、14は処理分配決定部、15は駆動信号監視部である。

【0036】同図において、駆動信号バス2が“H”の状態にある間にプロセッサエレメントPEから通信バス4を介して状態情報を供給されると、状態管理部13はこれを取り込む。即ち、状態管理部13に各プロセッサエレメントPEの状態を表わす管理情報が格納されており、あるプロセッサエレメントPEから状態情報が送られてくると、この状態情報により、状態管理部13での管理情報中の該当するプロセッサエレメントPEに対する内容が変更される。このようにして、この管理情報から各プロセッサエレメントPEの現在の状態を知ることができると。

【0037】一方、駆動信号監視部15は駆動信号バス2の状態を常時監視しており、この駆動信号バス2がプロセッサエレメントPEとの通信を可能とする“H”の状態になると、駆動信号監視部15は処理分配決定部14を動作させる。これにより、処理分配決定部14は状態管理部13の管理情報を用いて次の単位画像データを分配すべきプロセッサエレメントPEを決定し、また、これまで処理状態にあったプロセッサエレメントPEを待機状態にする場合には、そのプロセッサエレメントPEを待機状態に変更することを決定し、夫々の決定を分配決定情報として、通信バス4を介し、該当するプロセッサエレメントPEに送信する。

【0038】このようにして、処理分配部5は、駆動信号バス2が“H”の状態にあるとき、プロセッサエレメントPEとの通信が可能となる。

【0039】図4は駆動信号バス2の状態と画像データとのタイミング関係を示す図であって、図示するように、駆動信号バス2が“H”状態にある同期パルスの間の“L”期間に画像データが存在する。画像データが存

在しない“H”状態の期間内で処理分配部5とプロセッサエレメントPEとの通信を行ない、単位画像データを分配すべきプロセッサエレメントPEを決定しているので、駆動信号バス2の次の“L”状態での単位画像データは必ず決定されたプロセッサエレメントPEに分配されることになり、画像データは取りこぼしなく処理されることになる。

【0040】図5は図1に示した実施形態の動作を示すタイミング図であり、また、図6は図5の夫々の状態で10の図3における情報管理部13の管理情報を示す図である。

【0041】図5において、駆動信号バス2の状態でのS1, S2, S3, S4, S5, S6, ……は駆動信号である同期パルスのパルス期間の“H”の状態を示しており、この“H”期間の間の“L”期間毎に、データバス3上を単位画像データD1, D2, D3, D4, D5, D6, ……が転送される。

【0042】ここで、3個(N=3)のプロセッサエレメントPE(1), (2), (3)が使用されるものとして、いま、初期状態として、これらプロセッサエレメントPE(1), (2), (3)が全て待機状態にあるものとすると、状態管理部13(図3)での管理情報は図6(a)に示されるようになっている。処理分配決定部14(図3)は、駆動信号バス2が“H”の状態S1でこの管理情報を先頭から「待機中」のプロセッサエレメントを検索し、最初に見つけ出した「待機中」のプロセッサエレメントを次の単位画像データを処理させるものと決定するが、初期状態にある駆動信号バス2が“H”の状態S1では、図6(a)に示す管理情報から、処理分配部5は単位画像データを分配すべきものとしてプロセッサエレメントPE(1)を決定する。これにより、この“H”の状態S1後に転送される単位画像データD1はプロセッサエレメントPE(1)に取り込まれる。この取り込みが終了すると、プロセッサエレメントPE(1)はこの単位画像データD1の処理を開始するとともに、次の駆動信号バス2の“H”の状態S2でのプロセッサエレメントPE(1)から状態管理部13(図3)への状態情報の通信により、状態管理部13での管理情報が、図6(b)に示すよう、プロセッサエレメントPE(1)が「処理中」であることを示すことになる。

【0043】この場合、管理情報での配列は、状態が変化したプロセッサエレメントの状態情報が最後に配列され、その分他のプロセッサエレメントの状態情報の順序が繰り上がる。従って、状態管理部13がプロセッサエレメントPE(1)からの「処理中」とする状態情報を受けることにより、そこでの管理情報は図6(b)に示すようになる。

【0044】なお、プロセッサエレメントPE(1)の動作でのハッピングして示す部分は取り込んだ単位画像データの処理期間及び処理結果を出力する期間を示してお

(7)

特開平11-259434

11

り、他のプロセッサエレメントPE(2)、(3)についても同様である。

【0045】処理分配部5の処理分配決定部14は、駆動信号バス2の“H”状態S2において、プロセッサエレメントPEからの状態情報の状態管理部13での取込みのための設定期間経過後、この状態管理部13での管理情報を検索し、次の単位画像データを処理すべきプロセッサエレメントPEを決定する。この場合、図6(b)に示す管理情報により、プロセッサエレメントPE(2)をかかるプロセッサエレメントPEと決定する。これにより、この駆動信号バス2の“H”状態S2が経過すると、次の単位画像データD2はこのプロセッサエレメントPE(2)に取り込まれる。

【0046】プロセッサエレメントPE(2)でのこの単位画像データD2の取込みが終了し、駆動信号バス2の次の“H”状態S3になると、プロセッサエレメントPE(2)から情報管理部13に「処理中」を示す状態情報が送信され、これにより、この状態管理部13での管理情報は、図6(c)に示すように、プロセッサエレメントPE(2)が「処理中」と管理され、その情報が最後に配列される。これとともに、プロセッサエレメントPE(2)は単位画像データD2の処理を開始する。

【0047】同様にして、この駆動信号バス2の“H”状態S3において、図6(c)に示す管理情報がプロセッサエレメントPE(3)が次の単位画像データD3を処理すべきものと決定され、駆動信号バス2の“H”状態S3が経過すると、このプロセッサエレメントPE(3)がこの単位画像データD3の取込みを開始する。

【0048】プロセッサエレメントPE(3)で単位画像データD3の取込み中にプロセッサエレメントPE(2)での単位画像データD2の処理が終了すると、駆動信号バス2の“H”状態S4では、プロセッサエレメントPE(3)から「処理中」の状態情報が、また、プロセッサエレメントPE(2)から「待機中」の状態情報が夫々状態管理部13に送信され、従って、この状態管理部13での管理情報は、図6(d)に示すように、プロセッサエレメントPE(2)のみが「待機中」となる。そこで、処理分配決定部14は、この管理情報からプロセッサエレメントPE(2)を選択し、次の単位画像データD4を処理するプロセッサエレメントと決定する。従って、駆動信号バス2の“H”状態S4経過後、プロセッサエレメントPE(2)はこの単位画像データD4を取り込む。

【0049】このプロセッサエレメントPE(2)による単位画像データD4の取込み中にプロセッサエレメントPE(3)が単位画像データD3の処理を終了し、また、駆動信号バス2の次の“H”状態S5での上記のプロセッサエレメントからの状態情報の状態管理部13での取込みのための設定期間内にプロセッサエレメントPE(1)の単位画像データD1の処理が終了すると、状態管理部13での管理情報は、図6(e)に示すように、プロ

12

セッサエレメントPE(3)、(1)が「待機中」として管理され、処理分配決定部14は、このうちのプロセッサエレメントPE(3)を優先して次の単位画像データD5を処理するものと決定する。これにより、駆動信号バス2のこの“H”状態S5が経過すると、プロセッサエレメントPE(3)が次の単位画像データD5を取込み開始する。

【0050】このプロセッサエレメントPE(3)の単位画像データD5の取込み中にプロセッサエレメントPE(2)が単位画像データD4の処理を終了すると、駆動信号バス2の次の“H”状態S6において、状態管理部13での管理情報は、図6(f)に示すように、プロセッサエレメントPE(1)、(2)を「待機中」として管理し、プロセッサエレメントPE(3)を「処理中」として管理する。このため、処理分配決定部14は、次の単位画像データD6を処理するものとして、プロセッサエレメントPE(1)を優先して決定する。

【0051】以下同様にして、処理分配決定部14は、駆動信号バス2の“H”状態Sの期間毎に、そのとき20「待機中」にあるプロセッサエレメントPEを、また、複数のプロセッサエレメントPEが「待機中」にあるときには、管理情報内で先行して状態情報が配列している方のプロセッサエレメントPEが優先して、夫々次の単位画像データを処理すべきものとして決定する。

【0052】このようにして、この実施形態では、駆動信号バス2の“H”状態Sで「待機中」の状態にある任意のプロセッサエレメントを次の単位画像データの処理をすべきものと決定するので、順次一定の期間毎にデータ入力部1(図1)から転送されてくる画像データを、30取りこぼしなく、かつプロセッサエレメントの使用個数を少なくして処理することが可能となる。

【0053】複数のプロセッサエレメントを順番に処理に使用する図1で説明した従来の技術では、図5と同様に、3個のプロセッサエレメントPE(1)～(3)を使用するものとすると、プロセッサエレメントPE(1)が単位画像データD1の処理中にプロセッサエレメントPE(2)、(3)が夫々単位画像データD2、D3の処理を終了しても、単位画像データD4は、順番により、プロセッサエレメントPE(1)で処理されることにならうとしているので、これらプロセッサエレメントPE(2)、(3)が「待機中」にあることを知ることは不可能である。このため、この単位画像データD4を処理することができず、この単位画像データD4は取りこぼしとなる。これを防止するためには、さらにもう1つプロセッサエレメントを追加する必要がある。

【0054】画像データでは、情報量が大きいほどこれを処理するに要する時間が長くなる。従って、単位画像データの処理時間はそれが有する情報量に応じてばらつくことになり、そのばらつき具合を前もって予測することは困難である。しかし、そのばらつきが大きいほどア

(8)

特開平11-259434

13

ロセッサエレメントを多く必要とするものであり、このため、図1に示した従来の技術では、かかるばらつきを考慮し、単位画像データの最長の処理時間を推定してプロセッサエレメントの使用個数を決定するため、非常に多くのプロセッサエレメントを必要とするものである。これに対し、この実施形態では、画像データが伝送されない同期パルスのパルス期間（駆動信号バス2の“H”状態の期間）を有効に利用し、この期間で「待機中」にあるプロセッサエレメントPEを見つけ出してそれを次の単位画像データの処理に割り当てるものであるから、「待機中」にある任意のプロセッサエレメントPEを次の単位画像データの処理に使用することができ、プロセッサエレメントPEの使用数の増加を防ぐことができる。

【0055】また、この実施形態では、状態管理部13で「待機中」として管理されているプロセッサエレメントPEのうち、先行して「待機中」となったプロセッサエレメントPEの方を優先して次の単位画像データを処理するものと決定するので、各プロセッサエレメントPEの「待機中」の状態を短くすることができ、プロセッサエレメントPEの稼働率を高めることができる。

【0056】なお、図5に示した具体例では、同期パルスが有効になる期間の度毎に各プロセッサエレメントPEの動作状態を調べ、次に処理すべき単位画像データを処理するプロセッサエレメントPEを決定するものとしているが、画像データの転送速度や演算処理の内容によっては、必ずしも同期パルスのパルス期間毎に行なう必要はなく、数回の同期パルス期間につき1回といったように、任意の同期パルス期間で各プロセッサエレメントPEの動作状態の調査と次の単位画像データの送信相手の決定を行なうようにしてもよい。このことは、以下に説明する他の実施形態についても同様である。

【0057】図7は本発明による並列データ処理装置の他の実施形態を示すブロック図であって、4a, 4bは通信バス、5a, 5bは処理分配部であり、図1に対応する部分には同一符号をつけて重複する説明を省略する。

【0058】この実施形態は、図1で示したようなn個のプロセッサエレメントPEを1つの処理分配部5で管理することができない場合のものであって(例えば、同期パルスの短かいパルス期間でプロセッサエレメントPEから処理分配部5への状態情報の通信と処理分配部5から所定のプロセッサエレメントPEへの分配決定情報の通信を行なうものであるが、複数のプロセッサエレメントPEから状態情報の通信がある場合、この短かいパルス期間に処理分配部5がこれら全ての状態情報を取り込むことができない場合もある)、複数のプロセッサエレメントPEを複数のグループ(以下、PEグループという)に区分し、先々のPEグループ毎に処理分配部が設けられて独立に制御されるものである。ここでは、

2つのPEグループA, Bに区分され、PEグループAは処理分配部5aとm個のプロセッサエレメントPE(1)～(m)とから構成され、PEグループBは処理分配部5bと(n-m)個のプロセッサエレメントPE(m+1)～(n)とから構成されているものとする。

【0059】PEグループAでは、処理分配部5aとプロセッサエレメントPE(1)～(m)とが通信バス4aを介して通信可能であり、PEグループBでは、処理分配部5bとプロセッサエレメントPE(m+1)～(n)とが通信バス4bを介して通信可能である。また、これら処理分配部5a, 5bは相互に管理を行なっている。即ち、これら処理分配部5a, 5bは、例えば、図3に示す構成をなしているが、処理分配部5a, 5bの一方が管理するプロセッサエレメントPEが全て「処理中」にあるときには、他方が管理する「待機中」のプロセッサエレメントPEが次の単位画像データを処理できるようになる。

【0060】そこで、図1に示した実施形態と同様にして、処理分配部5aでは、その情報管理部13(図3)に各プロセッサエレメントPE(1)～(m)の状態を示す管理情報が格納されており、また、処理分配部5bでは、その情報管理部13に各プロセッサエレメントPE(m+1)～(n)の状態を示す管理情報が格納されているが、いま、処理分配部5aの情報管理部13での管理情報から全てのプロセッサエレメントPE(1)～(m)が「処理中」にあるとすると、処理分配部5aはこの旨を処理分配部5bに通知する。これにより、この処理分配部5bは、その情報管理部13での管理情報により、図1に示した実施形態と同様にして、「待機中」にあるプロセッサエレメントPEを検索し、これを次の単位画像データを処理するプロセッサエレメントPEとして決定する。

【0061】ここで、PEグループAで優先して次の単位画像データを処理するプロセッサエレメントPEを決定するようにし、ここでかかるプロセッサエレメントPEがない場合(全てのプロセッサエレメントPE(1)～(m)が「処理中」にあるとき)、PEグループBでプロセッサエレメントPE(m+1)～(n)の中からかかるプロセッサエレメントPEを検索するようにしてもよいし、また、複数のプロセッサエレメントPEが一方のPEグループに片寄らないようにするために、PEグループA, B交互に次の単位画像データを処理するプロセッサエレメントPEを決定するようにし、かかる決定をすべきプロセッサエレメントPEがない場合には、他方のPEグループに移るようにしてよい。

【0062】以上はデータ入力部1からの単位画像データをプロセッサエレメントPE(1)～(n)のいずれかに分配して処理させるものであり、この点では、図1に示した実施形態と同様であるが、図7に示すこの実施形態の変形例として、PEグループAとPEグループBとで

(9)

特開平11-259434

15

画像での異なる単位画像データを処理させるようにしてよい。

【0063】 例え、図8(a)に示すように、PEグループAはデータ入力部1からの1つおきの単位画像データD1, D3, ……を処理し、PEグループBはデータ入力部1からの他の1つおきの単位画像データD2, D4, ……を処理するようにしてよい。この場合には、データ入力部1から転送される1つおきの単位画像データと他の1つおきの単位画像データとには、これらを識別できるようにする識別情報が付加されており、また、PEグループAのプロセッサエレメントPE(1)～(m)では、その分配内容記憶部12(図2)に、取り込むべき単位画像データの識別情報に対する指定情報が格納され、同様に、PEグループBのプロセッサエレメントPE(m+1)～(n)でも、その分配内容記憶部12に、取り込むべき単位画像データの識別情報に対する指定情報が格納される。

【0064】 また、他の変形例として、例え、図8(b)に示すように、各単位画像データの一部(例え、前半部)をPEグループAに分配して処理するようにし、各単位画像データの他の一部(例え、後半部)をPEグループBに分配して処理するようにしてよい。これらの部分毎に異なる識別情報が付加されており、また、PEグループAのプロセッサエレメントPE(1)～(m)の分配内容記憶部12(図2)とPEグループBのプロセッサエレメントPE(m+1)～(n)の分配内容記憶部12とには、必ず取り込むべきデータの識別情報に対する指示情報が格納されている。この場合、単位画像データを1水平走査期間の画像データとすると、PEグループAは画面の左半分の画像データを処理することになり、PEグループBは画面の右半分の画像データを処理することになる。また、単位画像データが1フィールドの画像データである場合には、PEグループAは画面の上半分の画像データを処理することになり、PEグループBは画面の下半分の画像データを処理することになる。なお、PEグループAとPEグループBとで処理内容が異なるようにしてよい。

【0065】 以上の実施形態において、データ転送量やデータ転送速度、同期パルス期間の頻度や長さなどの条件に応じて、PEグループの個数や1PEグループを構成するプロセッサエレメントPEの個数が決められるものであり、これにより、様々な条件において最適な構成をとることができる。

【0066】 なお、以上説明した実施形態において、同期パルスのパルス期間での駆動信号バス2の状態を“H”としたが、“L”的状態としてもよい。要するに、これら実施形態においては、画像データが転送されない駆動信号バス2の特定の状態のとき、上記のように、処理分配部5、5a、5bとプロセッサエレメントPEとの間で通信を行ない、これらプロセッサエレメン

トPEの状態の管理と単位画像データを処理するプロセッサエレメントの決定をすればよい。

【0067】 また、この点からすると、このような処理分配部5、5a、5bとプロセッサエレメントPEとの間で通信は、必ずしも同期パルスのパルス期間で行なう必要がなく、また、処理するデータも画像データである必要がなく、所定の時間間隔で対象物の観測を行なう場合のように、処理対象となる任意のデータに送られる期間があれば、その期間を抽出してその期間に処理分配部10 5、5a、5bとプロセッサエレメントPEとの間での同様の通信を行なうようにしてよい。

【0068】 図9は本発明による並列データ処理装置を用いた半導体ウェハの外観検査装置の一実施形態を示す構成図であって、16は本発明による並列データ処理装置、17はステージ、18は半導体ウェハ、19はレンズ、20はリニアセンサである。

【0069】 この実施形態は、半導体ウェハの外観を検査するものであって、図9において、検査対象となる半導体ウェハ18はステージ17上に搭載されている。このステージ17はx、y方向に駆動可能になっている。半導体ウェハ18の所定部位がレンズ19を介してリニアセンサ20に結像され、リニアセンサ20からこの部位の画像が画像データとして出力される。この画像データは並列データ処理装置16に転送される。この並列データ処理装置16は図1や図7などに示した構成をなしで、転送されてきた画像データを、図5や図8などで説明したように、効率的な並列処理を行なう。

【0070】 一般に、半導体ウェハの外観検査では、リニアセンサ20より検出される画像データはデータ量が膨大となる。また、リニアセンサ20の検出速度も向上しており、並列データ処理装置16では、莫大な画像データを高速に処理する必要がある。

【0071】 そこで、並列データ処理装置16として、上記の実施形態としての並列データ処理装置を用いることにより、このような莫大な画像データを処理する必要がある半導体ウェハの外観検査であっても、効率良く各プロセッサエレメントPEに画像データを分配処理することができるため、必要最小限のプロセッサエレメントPE数で処理を行なうことができる。

【0072】 また、検査を行なう条件や検査対象の変化により、リニアセンサ20の検出速度やデータ転送速度、使用するセンサが異なった場合には、図7で説明したように、複数のプロセッサエレメントPEをグループ化し、また、そのグループ数や1グループを構成するプロセッサエレメントPEの個数などを最適なものに変更することにより、効率良く各プロセッサエレメントPEに画像データを分配することができて、プロセッサエレメントPEの稼働率が向上し、外観検査装置の価格を低減することができる。

【0073】 なお、検査対象は、半導体ウェハのみに限

(10)

特開平11-259434

17

るものではなく、プリント配線基板やその他のものであってもよく、上記と同様の効果が得られ、外観検査装置の価格低減を実現することができる。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数のプロセッサエレメントを有効活用することができ、その結果、大容量のデータを高速に処理することができて、価格性能比も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による並列データ処理装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1におけるプロセッサエレメントの一具体例を示すブロック図である。

【図3】図1における処理分配部の一具体例を示すブロック図である。

【図4】図1における駆動信号バスの状態とデータバスでの画像データとのタイミング関係を示す図である。

【図5】図1に示した実施形態の動作を示すタイミング図である。

【図6】図5に示した動作に応じた図3における状態管理部の管理情報の変化を示す図である。

【図7】本発明による並列データ処理装置の他の実施形態を示すブロック図である。

【図8】図7に示した実施形態の変形例の動作を示す図である。

【図9】本発明による並列データ処理装置を用いた外観検査装置の一実施形態を示す構成図である。

18

【図10】従来の並列データ処理装置の一例を示すブロック図である。

【図11】画像データに対する従来の並列データ処理装置の処理動作を示す図である。

【符号の説明】

PE(1)~(n) プロセッサエレメント

1 データ入力部

2 駆動信号バス

3 データバス

4, 4a, 4b 通信バス

5, 5a, 5b 処理分配部

6 データ出力部

7 マイクロプロセッサ

8 ローカルメモリ

9 スイッチ部

10 駆動信号監視部

11 処理状態記憶部

12 分配内容記憶部

13 状態管理部

20 14 処理分配決定部

15 駆動信号監視部

16 並列データ処理装置

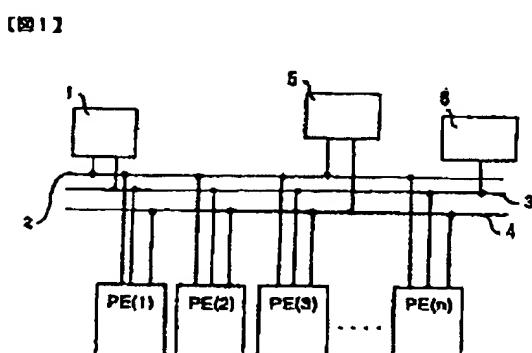
17 ステージ

18 半導体ウェハ

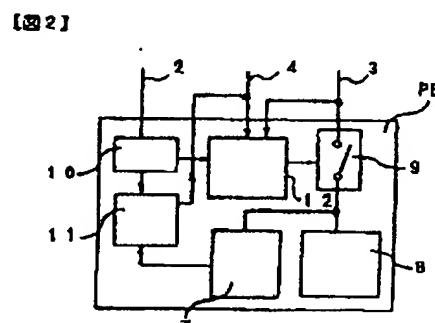
19 レンズ

20 リニアセンサ

【図1】



【図2】

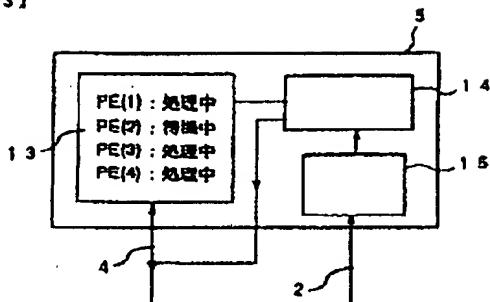


(11)

特許平11-259434

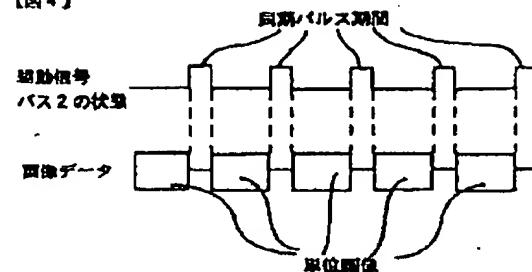
【図3】

【図3】



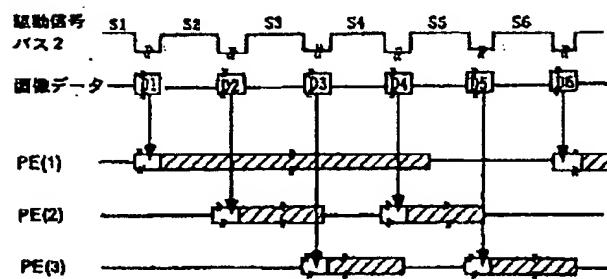
【図4】

【図4】



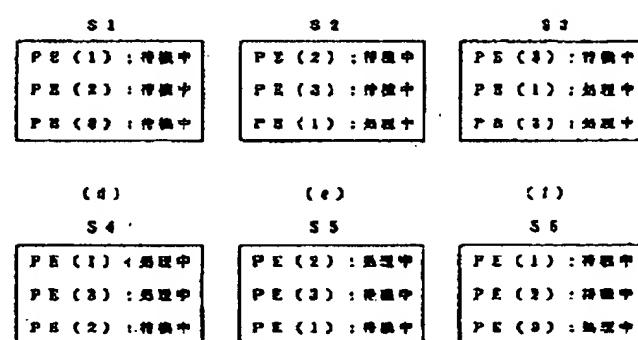
【図5】

【図5】



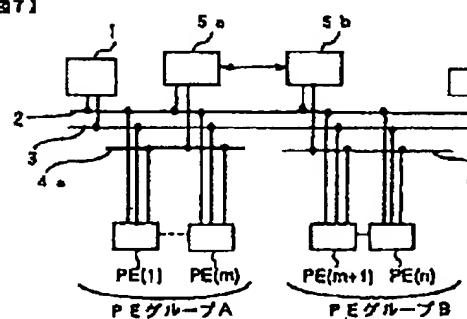
【図6】

【図6】

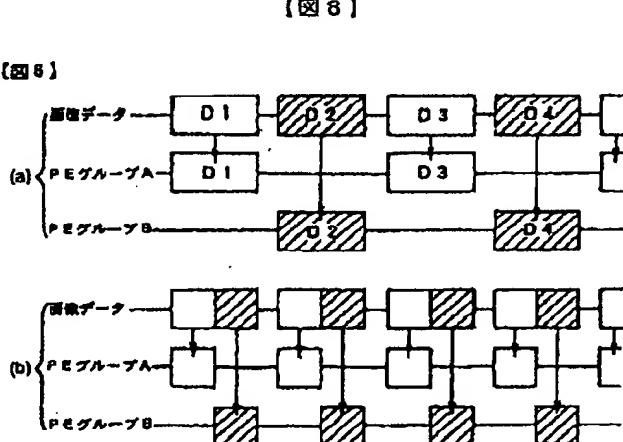


【図7】

【図7】

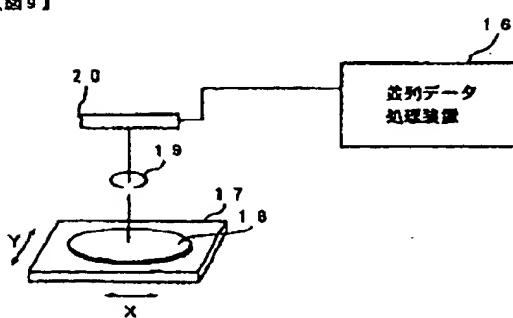


【図8】



【図9】

【図9】

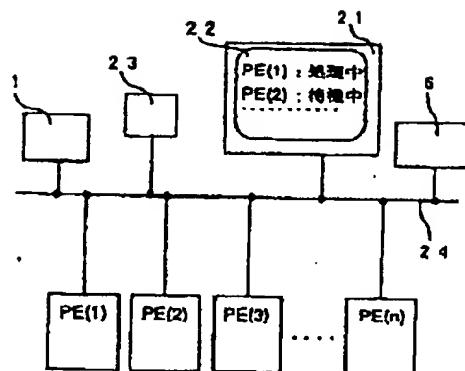


(12)

特開平11-259434

【図10】

【図10】



【図11】

【図11】

